

## D'abord une base

LA MISSION de référence commence en 2007 par une succession de trois vols cargos, destinés à mettre en place sur un site unique les infrastructures censées fournir au premier équipage humain les moyens de vivre et de travailler sur le sol de Mars puis de revenir sur Terre.

**Premier lancement : l'Earth Return Vehicle.** Cet ERV est composé d'un module de propulsion, d'un module habitat et d'une capsule de rentrée atmosphérique. Il sera placé en orbite basse autour de Mars et attendra quatre ans. C'est à son bord que le premier équipage martien ferait le voyage de retour vers la Terre en 2011.

**Deuxième lancement : le Mars Ascent Vehicle** — la centrale technique, en quelque sorte. Le MAV transportera un réacteur nucléaire de 160 kW qui sera déployé de manière automatique à 1 km de la base. Sa partie basse sera un module "usine", capable de produire 30 tonnes d'oxygène et de méthane à partir des ressources du sol et de l'atmosphère. Le MAV lui-même est une capsule. À son bord, l'équipage quittera Mars pour rejoindre l'ERV. Ses moteurs, de type RL10 (déjà utilisés aujourd'hui sur les fusées Atlas et Titan), devront consommer l'oxygène et le méthane produits in situ. C'est un des plus audacieux paris de la Nasa.

**Troisième lancement : un habitat laboratoire, avec des réserves et des équipements non périssables.** Ses dimensions : 7,5 m de diamètre, 4,7 m de haut et une masse de 54 tonnes. Ce vol cargo permettra également de déposer à la surface un second réacteur nucléaire ainsi qu'un ou deux rovers. On voit sur cette scène martienne un second module d'habitation, strictement identique au premier, achever sa descente vers la base. À son bord, le premier équipage. Il a quitté la Terre six mois plus tôt.

225 tonnes en orbite terrestre et 65 tonnes directement sur Mars, jusqu'aux deux petites centrales, nucléaires également, de 160 kW de puissance qui fourniront sur place l'énergie aux futurs colons. En passant par les véhicules pressurisés dans lesquels deux à quatre membres d'équipage effectueront "en bras de chemise" des missions d'exploration de 500 km, et les mini-usines chimiques qui fabriqueront, à partir de matériaux du sol et de l'atmosphère martiens, le carburant nécessaire au voyage de retour.

L'entreprise paraît folle, même pour les anciens conquérants de la Lune. Un peu plus de quatre jours sont suffisants pour atteindre le satellite naturel de la Terre. Et on peut en revenir quand on veut. Un voyage vers Mars dure environ deux ans et demi : 110 à 180 jours au mieux pour le trajet aller, autant pour le retour et 500 à 600 jours sur place. Ces durées sont imposées par la mécanique céleste : impossible de faire plus court. Cela n'a rien de commun avec l'épopée de Neil Armstrong, Buzz Aldrin et Michael Collins en 1969. On change de dimension.

Certes, l'idée n'est pas nouvelle en soi. La littérature de science-fiction montre que la conquête de la planète rouge fait partie de l'imaginaire populaire depuis le début du siècle. Le président George Bush a été le premier homme politique à sauter le pas. Le 20 juillet 1989, à l'occasion du vingtième anniversaire des premiers pas sur la Lune, il annonce solennellement la décision américaine de renvoyer "un homme sur la Lune avant la fin de la décennie" et une mission humaine vers Mars à plus long terme. Sans doute dans les années 2020, avance-t-il, se gardant néanmoins d'être plus précis. Car, en dépit de la référence implicite au discours de John Kennedy fixant, le 25 mai 1961, la Lune pour "nouvelle frontière" au peuple américain, il est évident que les choses ont bien changé depuis l'ère faste de la conquête lunaire. Il n'est plus nécessaire de démontrer la prééminence américaine qui, pour tout le monde, va de soi. La guerre froide, moteur principal du programme Apollo, est terminée. En faisant sept morts, l'explosion de la navette Challenger en 1986 a secoué une Amérique plus soucieuse de voir ses dirigeants régler les problèmes économiques et sociaux que d'envoyer des hommes dans l'espace. Le futur vice-président Albert



Pioneer, Voyager, Mars Pathfinder ou Cassini... C'est au Jet Propulsion Laboratory qu'ont été conçues les sondes les plus célèbres de la conquête spatiale.

Le JPL est donc en première ligne pour éprouver la nouvelle philosophie de la Nasa : faire "plus petit, plus rapide et moins cher". Une mue diversement appréciée. Si elle rappelle le bon vieux temps à certains, elle ne fait pas que des heureux.



LES bâtiments s'étendent sur 80 hectares à l'ombre des monts San Gabriel, au pied du célèbre observatoire du mont Wilson où Edwin Hubble découvrit l'expansion de l'Univers. Quelques kilomètres plus loin, s'ouvre le désert de Mojave. Rien de prime abord ne laisse penser au visiteur qui franchit le seuil du Jet Propulsion Laboratory (JPL) que cette vitrine high-tech de la Nasa vient d'essuyer quelques fortes secousses. Certes, pas de celles qui font occasionnellement vibrer les vitres du quartier pittoresque de Pasadena, la ville voisine. Mais de celles qui ébranlent vies et carrières, lorsque les vieux idéaux s'écroulent...

D'ici sont sorties, en leur temps, les plus prestigieuses des sondes interplanétaires. Des missions extrêmement coûteuses, si complexes que la Nasa ne pouvait guère se permettre d'en lancer plus d'une ou deux par décennie. C'est ici qu'ont été conçues, construites, et guidées tout au long de leur périple vers les mondes lointains, les deux sondes Voyager ou, plus récemment, Galileo qui scrute à présent dans le détail l'environnement de Jupiter. Dernier en date de ces mastodontes bardés d'instruments scientifiques, la sonde Cassini vient à peine de partir à la conquête de Saturne. Lancée le 13 octobre dernier, elle a coûté 3,4 milliards de dollars. C'est la sonde la plus ambitieuse jamais conçue. Or à sa manière, elle est déjà d'un autre temps. Celui où les budgets

semblaient illimités et où les cycles de développement se comptaient en dizaines d'années.

La nouvelle devise du JPL, elle, tient en quelques mots et reflète l'actuel état d'esprit de Daniel Goldin, le patron de la Nasa, en matière d'exploration spatiale : "plus petit, plus rapide et moins cher". Avec la sonde Near, qui a survolé le 27 juin dernier l'astéroïde Mathilde, et la mission Mars Pathfinder, qui s'est posée en août sur la planète rouge, cette devise vient de connaître ses deux premiers succès. Mais dans les couloirs du JPL, la belle

champ aux futures missions toutes les technologies de pointe. Même les "cartouches" qu'il était trop risqué de brûler d'un coup sur les grosses missions comme Galileo ou Cassini. Plus important peut-être, cette nouvelle approche

ouvre la voie à un vrai programme d'exploration planétaire à long terme. À commencer par Mars (voir le dossier page 32). Mais dans le même temps, au JPL, on planche déjà sur l'ossature d'une foule de missions plus lointaines — incluant un retour d'échantillons cométaires, un survol rapproché de Pluton et peut-être même une mission suicide sur le sol glacé d'Europe, la lune de Jupiter. À chaque fois, du "plus petit, plus rapide et moins cher". "Nous vivons sans conteste une année de transition, explique Ed Stone, le directeur du JPL,

où nous avons vu à la fois Mars Pathfinder — démonstration vivante de notre nouvelle philosophie — se poser sur la planète rouge, et la sonde Cassini — le dernier des gros observatoires spatiaux à vocation pluridisciplinaire — partir à l'assaut de Saturne. Or les missions rapides, comme celles qui se succéderont sur Mars au rythme d'une tous les 26 mois, représentent une réelle opportunité de progression pour les membres de nos équipes. Car chacun pourra suivre toutes les étapes du développement d'un projet sur une période relativement brève."

## JPL Retour vers le futur

William Harwood

Traduit de l'américain par Nathalie Bucsek

devise a parfois résonné comme une sentence. Avec, à la clé, réductions budgétaires, compression de personnel et ambitions revues à la baisse...

En théorie, pourtant, l'équation est simple. Miser sur des sondes interplanétaires plus petites, plus légères et moins complexes, c'est pour la Nasa l'assurance de lancer davantage de missions, et avec des fusées moins chères. Pour les ingénieurs et techniciens du JPL, c'est la possibilité d'exploiter dans les meilleurs délais les erreurs passées — de corriger le tir, donc — et d'appliquer ainsi sur le

*C'est depuis cette vaste salle de contrôle que techniciens et ingénieurs se relaient, à chaque mission importante, pour suivre, écouter, et diriger les sondes qui filent vers leur objectif. Ci-dessus, en manches de chemise, Ed Stone, le patron du JPL, admire une image que vient d'envoyer Mars Pathfinder.*

## Le principal obstacle, c'est l'homme

UN LANCEUR CAPABLE de placer entre 200 et 225 tonnes en orbite à 300 ou 400 km de la Terre ? *"Techniquement, il n'y a rien d'in vraisemblable"*, disent les spécialistes lorsqu'ils considèrent les performances visées par la Nasa pour envoyer des hommes sur Mars. *"La Saturne 5 des missions Apollo emportait 130 tonnes en orbite basse, rappelle François Duret, spécialiste des lanceurs à Aérospatiale. Atteindre 200 tonnes n'est donc pas rien. C'est 7 000 tonnes au décollage — soit le poids de la tour Eiffel. Mais l'obstacle n'est pas tant technologique. C'est affaire d'argent et de moyens humains. L'addition serait très élevée."*

La propulsion nucléaire thermique de type Nerva, envisagée par les experts américains pour propulser les vaisseaux entre la Terre et Mars, soulève les mêmes réserves de la part de leurs homologues européens. *"À entendre le tollé que provoque la présence de quelques kilogrammes de plutonium sur la sonde Cassini, on ne voit pas comment la Nasa pourrait imposer l'utilisation de ces moteurs à l'opinion publique"*, disent-ils. *"Il faudra les tester au sol. Or garantir un niveau zéro de rejets radioactifs lors de ces essais coûterait une fortune"*, explique Dominique Valentian, ingénieur à la Société européenne de propulsion (SEP). S'agissant des réacteurs de 160 kW qui doivent fournir l'énergie à la base martienne, ce même ingénieur rappelle que les États-Unis ont

déjà tenté de réaliser un réacteur nucléaire compact. Le projet s'appelait SP100. *"Ils ont dépensé deux milliards de dollars avant de mettre les pouces, dit-il. Lorsque l'on considère une entreprise de cette envergure, aucun maillon n'est irréalisable. C'est l'obligation de faire fonctionner toute la chaîne qui peut apparaître insurmontable."* Autre difficulté majeure pointée par les ingénieurs : la nécessité, dans le scénario de la Nasa, de procéder sur Mars à des remplissages de réservoirs, des opérations très délicates qui, sur Terre, exigent des moyens sophistiqués. Mais le principal obstacle à ce type de projet, c'est l'homme lui-même. L'échec cuisant de Biosphère, au début des années 90, a révélé combien il était difficile de faire vivre un petit groupe d'individus en vase clos. Les expériences menées à la même époque par l'ESA avaient d'autre part mis en évidence l'apparition rapide d'effets néfastes (irritabilité, état dépressif, ennui) lorsqu'un équipage était confiné dans un espace restreint sans soutien de l'extérieur.

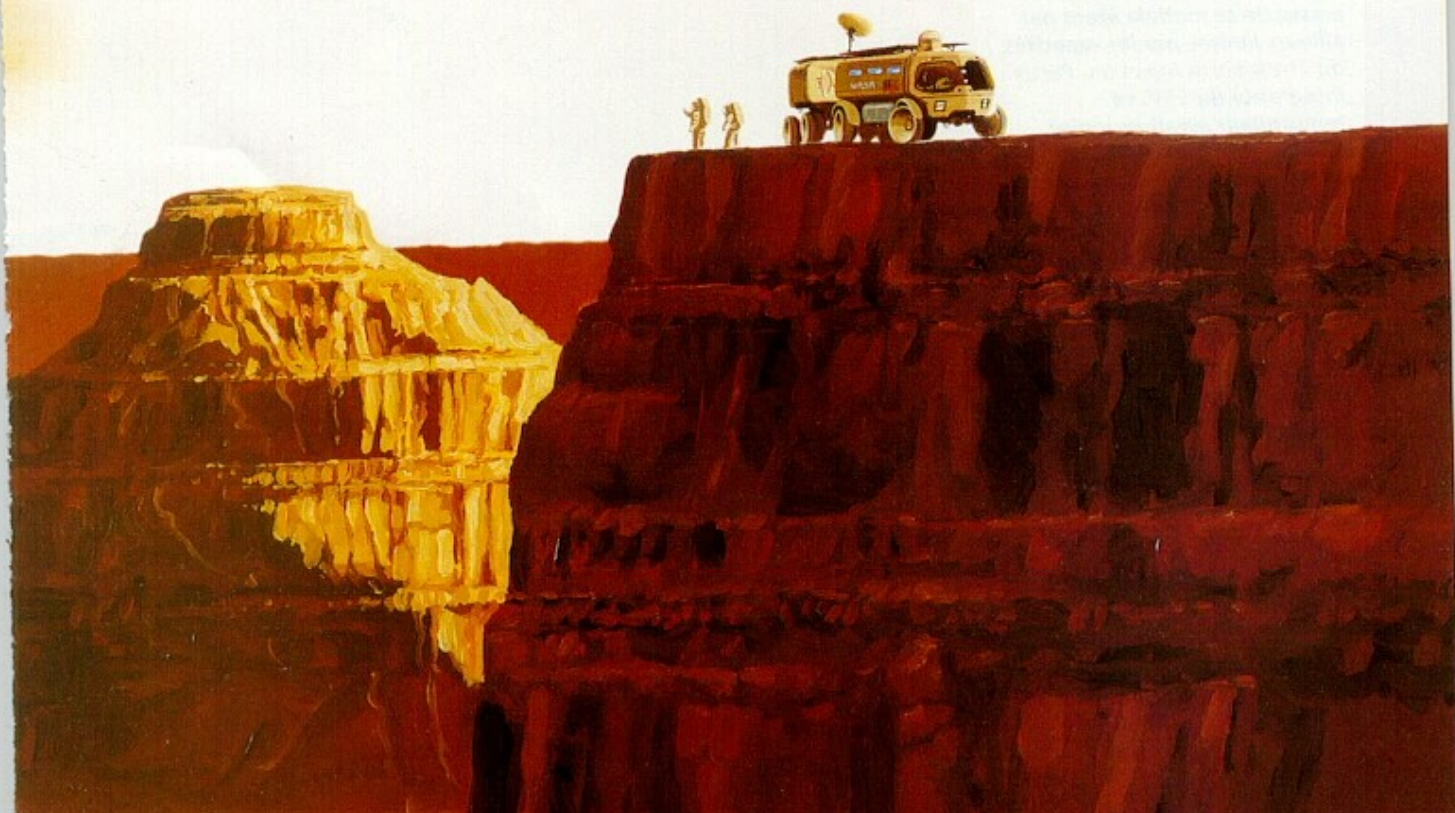
*"S'il ne s'agit que d'envoyer des robots, aussi lourds soient-ils, on peut tout imaginer, dit Jacques Villain, expert en veille technologique et chargé de la communication à la SEP. En revanche, faire vivre des hommes entre deux et trois ans loin de la Terre et les ramener vivants, ça, nous ne savons pas le faire."*

Jean-Pierre Defail

Mais toutes ces difficultés ne seront sans doute rien à côté de celles que risque de poser le "facteur humain". Personne ne sait comment réagiront six personnes, même surentraînées et surmotivées, enfermées ensemble pendant près de trois ans dans un cylindre de 4 m sur 7. Outre la

promiscuité, elles devront subir durant leur voyage et sur Mars un bombardement de rayonnements cosmiques particulièrement dangereux, dont il sera difficile de se protéger. Elles subiront aussi le formidable stress d'être les premiers humains à quitter "vraiment" la Terre. Certes, avant eux, d'autres se sont déjà échappés de l'environnement pour séjourner en orbite basse

(un an et demi au maximum) ou sur la Lune (quelques heures). Mais sur la station Mir, on a l'impression de planer à très haute altitude (300 km). Le dessin des continents, les grands feux de forêts et même la lueur des grandes villes la nuit restent visibles. Vue de la Lune, la Terre est une grosse planète bleue qui semble presque "à portée de la main". Vue de



## Retour sur Terre

SCÈNE DE FICTION que ces astronautes qui regardent leurs collègues quitter Mars. La Mission de référence de la Nasa ne pousse pas l'audace jusque-là. L'envoi d'un deuxième équipage ne surviendrait que dans la "troisième opportunité de lancement", soit en 2011. Des scènes d'adieux comme celle-là ne sont donc ni pour demain ni sans doute pour après-demain. Avant de décoller, le premier équipage mettra l'ensemble des systèmes en mode automatique. Première étape du retour : le **MAV** ou **Mars Ascent Vehicle**. Vitesse requise pour rejoindre l'**ERV**, qui attend depuis quatre ans en orbite : 5,6 km/s, dit le document. Les six hommes prendraient ensuite place dans l'**Earth Return Transit Habitat**, réplique du module d'habitation utilisé au sol mais où ils retrouveraient une gravité zéro pour les quatre à six mois du voyage retour. Un environnement très confiné, admet la Nasa, du fait du volume occupé par les équipements et les réserves d'eau et de nourriture nécessaires à la vie à bord, la masse de ce module étant par ailleurs limitée par les capacités du **Trans Earth Injection**. Partie intégrante du **ERV**, ce remorqueur serait propulsé, comme le **MAV**, par des dérivés du moteur de type RL10 brûlant de l'oxygène et du méthane stockés dans des réservoirs avant son lancement depuis la Terre. L'ultime étape se ferait à bord d'une capsule de rentrée atmosphérique. Les six hommes seraient ainsi restés entre deux et trois ans coupés de la Terre. Une épreuve dont les experts de la Nasa, d'abord soucieux d'imaginer des solutions techniques aisément disponibles, ne semblent pas prendre toute la mesure. De l'avis de nombreux spécialistes, elle est pourtant de nature à hypothéquer très longtemps toute velléité de mission habitée vers Mars.

Mars, c'est un point à peine perceptible perdu sur la voûte céleste. Psychologiquement, cela change tout.

Moyennant ces réserves sur les dates de lancement et les coûts affichés, on peut considérer qu'en lançant ce projet, les Américains veulent avant tout prendre date, et se positionner pour l'avenir. "L'Amérique, c'est le tiers de la science mondiale, plus encore dans le domaine spatial", rappelle Hubert Curien, ancien président du Cnes et ancien ministre de la Recherche. Une telle position, cela se soigne. La Nasa se doit donc d'être à l'avant-garde de tout projet mondial de conquête spatiale et — accessoirement — d'en garder la maîtrise. Or, l'heure est incontestablement à la recherche de nouveaux objectifs. La station orbitale Alpha, sur laquelle toutes les grandes puissances spatiales sont engagées de concert, est critiquée avant même le lancement de son premier élément. Ses détracteurs — dont le ministre français de la Recherche Claude Allègre — estiment que les connaissances attendues des expériences scientifiques en microgravité qui y seront menées ne justifient pas un tel investissement. Les tests et la validation du

matériel des futures expéditions martiennes, l'entraînement des équipages, lui fourniraient une nouvelle justification. En tournant les esprits vers l'avenir, "l'objectif Mars" aurait aussi l'avantage insigne de gommer les erreurs du passé.

"Les Américains essaient de nous amarrer, déclarait récemment Claude Allègre. Ils veulent éviter que la France et l'Europe ne développent leur propre stratégie. C'est pourquoi ils nous ont embarqués dans cette histoire de station orbitale habitée qui va nous coûter beaucoup d'argent." La même appréciation peut évidemment s'appliquer aux projets martiens de la Nasa. Les experts les plus sceptiques évoquent même le souvenir de l'Initiative de défense stratégique (IDS), la fameuse "guerre des étoiles", qui devait couvrir le territoire américain d'un bouclier technologique sans faille, le protégeant des missiles soviétiques. Ce projet pharaonique, lancé en 1983 par le président Ronald Reagan, avait peu de chances d'aboutir, même dans l'esprit de ses promoteurs. Il a toutefois permis à l'industrie américaine de bénéficier de crédits de recherche importants qui lui ont fourni une avance importante dans les technologies de pointe, notamment aérospatiales. L'IDS a aussi été, pour une bonne part, à

## u l'Europe ?

à la mission de retour d'échantillons, programmée par la Nasa en 2005. En jeu, une implication dans le choix du site, un partage "des cailloux" et une exploitation commune des résultats en échange d'un lancement par Ariane 5. Proposition valable pour la France ou pour l'Europe ? À l'automne, la réponse était peu claire alors même que le patron de la Nasa, Daniel Goldin, passait d'abord par Turin (où se tenait le 48<sup>e</sup> congrès mondial d'astronautique) puis par Paris. Une "tournée des popotes" où certains voyaient déjà des manœuvres de division. En attendant, pour 1998 et 2001, les jeux sont déjà faits. Outre la mission japonaise Planet B qui sera lancée en juillet (étude des interactions entre le vent solaire et l'atmosphère martienne), ces deux fenêtres seront occupées par la Nasa. En décembre prochain puis en janvier 1999, deux fusées Delta lanceront un satellite vers une orbite polaire à 400 km d'altitude, puis une petite station météo qui sera déposée à 80° de latitude sud, très près du pôle. Durée : une année martienne pour l'orbiteur (687 jours) et 90 jours pour l'atterrisseur. Objectif commun : le climat et la météorologie de la planète. Même scénario en 2001. Un satellite lancé en mars s'installera pour trois ans en orbite, avec pour mission un inventaire minéralogique de la surface, tandis qu'un robot sillonnera la surface pour prélever et analyser des échantillons de sol.

Jean-Pierre Defait

type de module est utilisé pour le voyage et pour abriter l'équipage et les expériences scientifiques sur le sol martien. Des lanceurs et des étages de transfert à propulsion nucléaire similaires acheminent le fret et les hommes.

On arrive ainsi à un coût d'environ 40 milliards de francs — "un ordre de magnitude en dessous des estimations Nasa de 1989", écrivent les auteurs de l'étude.

Une évaluation difficile à vérifier, mais qui peut paraître quelque peu sous-estimée si on la compare avec les programmes passés ou actuels. On peut rappeler que la Nasa dépense aujourd'hui plus de 2 milliards de dollars par an pour la construction de la future station spatiale Alpha dont le premier élément ne sera lancé qu'en juin 1998 et qui ne met en jeu que des technologies éprouvées. Ou que le programme Apollo reviendrait aujourd'hui à 220 milliards de

dollars alors que, souligne un expert européen, "il n'a pas nécessité de changement majeur de technologie".

Ce sera loin d'être le cas pour le voyage sur Mars. Le lanceur défini par les auteurs de la mission de référence n'existe pas. Plus de 200 tonnes en orbite basse terrestre, c'est plus du double de la capacité de la plus puissante fusée existant aujourd'hui : l'Energia russe. Ils proposent d'y adjoindre des moteurs ou des étages entiers dérivés du lanceur russe Zenit et de la navette américaine.

Ces éléments étant tous éprouvés, on peut imaginer que cet hybride soit réalisable d'ici le premier envoi de fret prévu en septembre 2007, à condition de lancer très vite son développement. Mais il n'en est pas de même de l'étage Trans Mars Injection (TMI) que la mission de référence prévoit d'équiper de moteurs à propulsion nucléaire thermique. Ces propulseurs, qui utilisent comme carburant de l'hydrogène chauffé par un réacteur nucléaire, consomment, à puissance équivalente, moitié moins de combustible que les moteurs cryogéniques les plus performants. Si, comme le soulignent les auteurs de l'étude, cette technologie a bien été développée dans les années 60 aux États-Unis (projet



## 600 jours d'exploration

LA MISSION de référence fixe la durée du séjour d'un équipage sur Mars à 600 jours, soit un peu plus d'un an et demi. Selon la Nasa, une mission type se déroulerait en plusieurs étapes, coupées par des périodes de repos d'une semaine : préparation et vérification des infrastructures et des équipements, exploration de la surface limitée à un rayon de 10 km, analyse des résultats, puis succession de sept excursions pouvant durer jusqu'à 100 jours et au cours desquelles une partie de l'équipage pourra s'éloigner jusqu'à 500 km. Cette mission type inclut l'utilisation d'un parc de véhicules déposés sur la surface par les premiers vols cargos et comprenant des mini-rovers automatiques de type Mars Pathfinder, des rovers pilotés pour les expéditions proches et des véhicules pressurisés pour les longues. La journée se repartirait en 8 heures de sommeil, 6 heures pour les activités personnelles et 10 heures de travail dont 3 consacrées à la programmation et aux contrôles divers. Module d'habitation et module d'habitation laboratoire auront les mêmes dimensions et disposeront des mêmes systèmes (alimentation en énergie et tous les éléments indispensables à la vie, contrôle d'environnement, communications, sas et mécanismes d'arrimage). La Nasa n'en dit guère plus. La mise au point des équipements et moyens nécessaires à la survie de six hommes pendant ces 600 jours (utilisation de ressources fabriquées in situ, recyclage des déchets, contrôle thermique, systèmes experts...) sont en bonne place parmi la quarantaine de points critiques identifiés par l'agence spatiale américaine. Sans doute un des domaines où les inconnues, voire les impasses, sont les plus nombreuses dans le scénario de la Nasa.

Nerva), elle n'a jamais volé. Quand on sait que l'envoi d'une sonde comme Cassini-Huygens, dotée d'un tout petit générateur d'électricité au plutonium, provoque des manifestations devant le centre spatial Kennedy à cap Canaveral, on peut imaginer les difficultés que risquent de poser à l'agence américaine les essais de fusées nucléaires. Ainsi d'ailleurs que l'envoi dans l'espace des petites centrales nucléaires destinées à l'alimentation électrique de la future colonie martienne.

L'unité de production de carburant (méthane et oxygène) à partir d'éléments du sol ou de l'atmosphère et d'hydrogène

"importé" de la Terre sera encore plus difficile à mettre en œuvre. On ne connaît pas grand-chose des roches martiennes et la technologie est à élaborer de A à Z. Il sera, de surcroît, nécessaire de la tester et de s'assurer de son bon fonctionnement *in situ*

(c'est-à-dire sur le sol martien) avant l'envoi de l'équipage. Cela paraît difficilement réalisable en moins de dix ans. D'autant plus que toutes ces technologies devront être éprouvées,

### Tester des fusées nucléaires ? Reste à convaincre l'opinion...

même s'il est prévu de doubler les équipements les plus vitaux. "La méthode Goldin implique une prise de risque", souligne un expert européen. Quand on fait vite et pas cher, on accepte, en contrepartie, une probabilité d'échec plus importante. Le dispositif d'atterrissage très simple de la sonde Pathfinder [bouclier et coussins gonflables amortisseurs] diminuait le coût de la mission, mais il avait de fortes chances de ne pas fonctionner. Un tel risque est inconcevable pour l'exploration humaine." Et pas seulement parce que cela mettrait en jeu la vie des hommes. Un échec grave sur une seule des missions automatiques entraînerait la perte des envois précédents et pourrait même compromettre tout le scénario.

## Premier équipage

*DANS LE SCÉNARIO de la Nasa, le premier équipage — il compte six hommes — quitte la Terre à l'automne 2009. Le lanceur est celui qui a servi pour les vols cargos. Pas d'assemblage en orbite terrestre. La Mission de référence privilégie des trajectoires directes vers Mars. Cette philosophie implique l'utilisation d'un lanceur lourd capable de placer 200 à 225 tonnes en orbite basse de la Terre. C'est plus du double de la capacité de la fusée russe Energya ou de la fusée Saturne 5 des missions Apollo.*

*Les astronautes voyageront à l'intérieur d'un module de transit propulsé par un étage baptisé **Trans Mars Injection**. Mode de propulsion : le nucléaire. Ce **TMI** est commun aux missions cargos et aux transports d'équipage. Seule différence, la puissance : quatre propulseurs pour les missions habitées, voyage Terre-Mars de six mois ; trois propulseurs pour les cargos, transfert en onze mois. Charge utile : jusqu'à 65 tonnes. Le premier équipage atteindra la base martienne en 2010. Il aura rattrapé, au cours de son périple, deux nouveaux vols cargos lancés aussi en 2009 mais sur une trajectoire lente. Il s'agit d'un deuxième **ERV**, placé en orbite martienne, et d'un deuxième **MAV** qui viendra compléter la base martienne quelques semaines après l'arrivée des astronautes. Lorsqu'ils s'installeront sur Mars, ceux-ci disposeront donc de deux **MAV**, dont un de secours, d'un module d'habitation, à bord duquel ils auront voyagé, et d'un module d'habitation laboratoire. Le laboratoire aura deux niveaux, l'un contenant le matériel technique nécessaire à l'équipage, l'autre étant aménagé pour la recherche scientifique. L'atmosphère sera pressurisée pour les hommes et l'énergie fournie principalement par les deux réacteurs nucléaires.*

GRANDES MANŒUVRES, à nouveau, sur le front des missions martiennes. Leçon manifeste du succès de Mars Pathfinder, les Européens (les Français en particulier) ont décidé de se remettre dans la course. L'engagement de l'Agence spatiale européenne (ESA) sur une mission baptisée Mars Express devrait ainsi être acquis définitivement en juin prochain. Une mission de rattrapage pour l'ESA qui avait manqué le coche en 1995 en ne sélectionnant pas le projet Inter-marsnet. Elle ferait du même coup la démonstration qu'elle peut, comme son homologue américaine, faire du "pas cher, bien fait et vite fait" car l'enveloppe pour Mars Express ne doit pas dépasser les 880 millions de francs. Les industriels sont déjà sur les rangs, notamment Aérospatiale qui propose une version martienne du satellite Proteus conçu avec le Cnes pour des missions d'observation de la Terre. Mars Express emporterait surtout une partie des instruments perdus lors de l'échec de la mission russe Mars 96 (caméra haute résolution, spectromètre pour un inventaire minéralogique, sonde radar pour localiser le pergélisol). Une place a par ailleurs été réservée à des atterrisseurs dont le financement et la vocation restent à définir (expériences d'exobiologie ou sismologie). Créneau visé pour Mars Express : 2003. Côté américain, on se dit intéressé par la possibilité d'embarquer sur Ariane 5, comme passagers auxiliaires, des mini-sondes (180 kg). Un ballon de conception française, par exemple. Mais la France s'est surtout portée candidate pour participer

## La France o

inhabitée — le "système Goldin" appliqué à l'envoi d'hommes sur la planète rouge. Les auteurs du document (dont un résumé de 40 pages circule sur Internet) précisent qu'ils se sont inspirés des travaux de Robert Zubrin, ingénieur chez Martin-Marietta. Celui-ci avait fait sensation en 1991 en affirmant qu'il était possible d'y arriver pour cinquante milliards de dollars, divisant ainsi par huit le coût avancé par la Nasa deux ans plus tôt !

Comme Zubrin, ils renoncent à l'étape sur une base lunaire. Cet avant-poste permet de repartir pour une deuxième étape avec des vaisseaux beaucoup plus gros car

n'ayant plus à s'affranchir de la gravité terrestre. Mais il pesait à lui seul pour 100 milliards de dollars dans les estimations de la Nasa. Ils abandonnent aussi le rendez-vous et les assemblages en orbite terrestre qui avaient le même objectif, préférant multiplier les missions automatiques avec rendez-vous sur le sol martien (ou en orbite martienne pour le véhicule de retour). Ils complètent, enfin, ces options économiques par une chasse impitoyable aux dépenses inutiles en standardisant au maximum tout ce qui peut l'être. Le même



Gore (qui était alors simple représentant du Tennessee au Sénat, où il présidait la commission sur l'espace) n'avait à l'époque pas caché son scepticisme. En avançant de telles propositions *"sans argent, sans calendrier et sans plan, le président Bush n'offre pas au pays un défi pour qu'il se surpasse, mais un véritable rêve éveillé"*, avait-il estimé.

Qu'en est-il aujourd'hui ? Force est de constater que les propositions de George Bush n'ont pas été suivies du moindre début de mise en œuvre, bien au contraire. En 1989, le président américain voulait doubler le budget de la Nasa avant la fin du siècle. Huit ans plus tard, ce budget est passé de 11 à 13,7 milliards de dollars, soit une baisse très nette en dollars constants. Il ne devrait pas augmenter l'an prochain et devrait diminuer ensuite pour atteindre 13,2 milliards en 2000. Difficile, dans ces conditions, d'imaginer la mise en œuvre d'un programme qui, selon les estimations de la Nasa en 1989, exigerait trente ans d'efforts et 400 milliards de dollars.

L'heure n'est visiblement plus aux projets grandioses. Le gouvernement a rompu avec la tradition qui voulait que la Nasa soit

dirigée par un ancien astronaute. Son administrateur actuel, Daniel Goldin, vient de l'industrie. Il a été nommé avec une mission bien précise : *"resserrer les boulons"* de l'énorme agence spatiale dont certains membres semblaient avoir quelques difficultés à *"revenir de la Lune"*. Il n'en reste pas moins que Daniel Goldin peut déjà se targuer de quelques beaux succès. Il a su appliquer aux nouveaux programmes sa

### *Le système Goldin appliqué à l'homme sur Mars*

fameuse devise du *"faster, better, cheaper"* (plus vite, mieux, moins cher ; voir article page 20). Ce qui fait dire à un astrophysicien habitué à travailler avec la Nasa : *"Le langage a changé. On ne nous demande plus quelles sont nos priorités en matière de recherche. On nous dit désormais : quelles expériences pouvez-vous nous proposer pour telle somme d'argent ?"*

Le plus beau succès de cette politique nouvelle est sans nul doute la sonde Mars Pathfinder et son robot Sojourner. Ces petits engins (800 kg au total) ont parfaitement rempli leur rôle pour 150 millions de dollars *"seulement"* (moins du tiers du coût d'un vol de navette). Certes, le petit nombre d'instruments limitait l'intérêt scientifique de la mission. Mais il s'agissait avant tout d'une démonstration technologique. Sur ce point, le succès fut total : l'engin est allé au-delà des espérances affichées par ses concepteurs et ses images ont fait le tour du monde. Pathfinder a été rejoint par Mars Global Surveyor, qui va cartographier la planète rouge en orbite basse. D'autres engins devraient suivre, à raison de deux missions tous les 26 mois pour aboutir en 2005 au prélèvement d'échantillons de sol martien par des robots et à leur retour sur Terre en 2007.

Dans l'esprit de ses concepteurs, la *"Mission de référence"* constitue la suite logique de cette première phase de sondes



Coup de bluff ou véritable défi ?

# La Nasa relance l'homme sur Mars

On ne prendra pas au dépourvu la première puissance spatiale de la planète. La Nasa a toujours en réserve un grand programme à offrir en ligne de mire au reste du monde. La station internationale n'est pas encore construite que l'agence américaine révèle un nouveau scénario : l'homme sur Mars en 2011. Au-delà de la crédibilité des calendriers et des obstacles qui s'opposent encore à une telle entreprise, la Nasa prend date. C'est une question de suprématie.

Jean-Paul Dufour

**H**IER fêtés et adulés, héros de l'Amérique triomphante à leur retour de la Lune, les hommes de la Nasa sont aujourd'hui dans la tourmente. Les dirigeants de l'agence spatiale ont subi, ces derniers mois, les violentes attaques de membres du Congrès qui leur reprochaient de "risquer la vie" des astronautes américains en les faisant séjourner sur la vieille station russe Mir, frappée de pannes à répétition. Trouvant l'envoi d'hommes dans l'espace inutile et trop coûteux, les mêmes politiciens ont, avec les années, sérieusement "rogné les ailes" de leur programme de station orbitale américaine devenue, au fil du temps, internationale par nécessité. D'autres auraient

sans doute baissé les bras. La Nasa répond par un nouveau défi : la colonisation de Mars ! Fuite en avant, projet visionnaire ? Elle s'apprête à proposer à la réflexion des dirigeants et des contribuables de son pays — mais également du monde entier — un plan remarquablement détaillé intitulé Reference Mission (Mission de référence) aboutissant à l'envoi successif de trois équipages de six personnes sur la planète rouge en 2009, 2010 et 2013.

Un superbe scénario préparé par "du personnel représentant plusieurs centres opérationnels de la Nasa", et dans lequel rien n'est laissé au hasard. Depuis la puissante fusée dotée d'un étage supplémentaire à propulsion nucléaire, capable d'emporter 200 à